



⑯ ⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑯ **DE 199 21 554 A 1**

⑯ Int. Cl. 6:  
**H 05 K 7/20**  
H 02 B 1/56

⑯ Aktenzeichen: 199 21 554.5  
⑯ Anmeldetag: 11. 5. 99  
⑯ Offenlegungstag: 25. 11. 99

15

⑯ Innere Priorität: 198 21 440. 5 13. 05. 98	⑯ Erfinder: Ritter, Franz, 89264 Weißehorn, DE
⑯ Anmelder: Bader Engineering GmbH, 89250 Senden, DE	
⑯ Vertreter: Dr. Weitzel & Partner, 89522 Heidenheim	

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ **Vorrichtung und Verfahren zum Kühlen eines Schalt- oder Steuerschrankes**

⑯ Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Kühlen eines Schalt- oder Steuerschrankes; mit einem ersten passiven Kühlsystem, umfassend wenigstens einen Lüfter, eine Öffnung zum Ansaugen eines Luftstromes aus dem Schrankinneren sowie einen Wärmetauscher, ergebend ein Luft-Luft-Kühlsystem; mit einem zweiten aktiven Kühlsystem. Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß das aktive Kühlsystem dem passiven Kühlsystem in Strömungsrichtung der aus dem Schaltschrankinneren angesaugten Luft nachgeordnet ist.

**DE 199 21 554 A 1**

DE 199 21 554 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung sowie ein Verfahren zum Kühlen eines Schalt- oder Steuerschranks gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1. Solche Steuerschränke enthalten elektrische oder elektronische Geräte oder Baugruppen, die beim Betrieb Wärme erzeugen. Zur Vermeidung von Schäden muß dafür gesorgt werden, daß der Innenraum des Schrankes eine gewisse Höchsttemperatur nicht überschreitet. Darüberhinaus ist es häufig erforderlich, den Innenraum auf einem gleichmäßigen Temperaturniveau zu halten.

Das Problem wird dann gravierend, wenn die Umgebungstemperatur hoch ist. Dies kann saisonal bedingt sein. Doch kann die Umgebungstemperatur auch ständig hoch sein, etwa in Industrieanlagen, in denen beispielsweise durch Kraft- oder Arbeitsmaschinen ständig hohe Temperaturen herrschen.

Zum Kühlen von Schalschränken der genannten Art werden u. a. sogenannte passive Klimageräte eingesetzt – sogenannte Luft-Luft-Klimageräte. Dabei wird die erwärmte Luft aus dem Innenraum des Schrankes mittels eines Lüfters abgesaugt, durch einen Wärmetauscher hindurchgeführt, im allgemeinen einem Luft-Luft-Wärmetauscher hindurchgeführt, und schließlich wieder auf einen niedrigeren Temperaturwert gekühlt in den Schrank eingeführt. Solche Vorrichtungen arbeiten so lange zufriedenstellend, als keine extremen Umgebungstemperaturen auftreten, und die Anforderungen an eine gleichmäßige Temperatur im Innenraum des Schrankes nicht allzu hoch sind. Die Schalschränktemperatur hat bei dieser Art der Kühlung je nach Wärmeanfall eine Temperatur, die bis zu 20–30°C über der Raumtemperatur liegt. Vorrichtungen dieser Art sind einfach im Aufbau, kostengünstig in der Anschaffung und verursachen außer gelegentlichen Wartungsarbeiten keine Betriebskosten.

Für höhere Anforderungen sind Klimageräte notwendig, die man als "aktiv" bezeichnen könnte. Diese können mit einem Kältemittel nach dem bekannten linksläufigen Carnot-Prozeß arbeiten. Dabei wird gasförmiges Kältemittel von einem Verdichter angesaugt und komprimiert. Sodann wird es in einem verflüssiger verflüssigt. Es folgt ein Trockner/Sammler. Sodann wird das flüssige Kältemittel in einem Expansionsventil entspannt. Schließlich wird die nunmehr sehr niedrige Temperatur des Kältemittels in einem Verdampfer dazu genutzt, Wärme der Umgebung zu entziehen, im vorliegenden Falle dem betreffenden Schalschrank. Eine solche Kühlvorrichtung wird als Luft-Klima-Kühlgerät bezeichnet.

Mit einem Luft-Klima-Kühlgerät lassen sich praktisch beliebig niedrige Temperaturen erzielen. Auch läßt sich ein bestimmtes Temperaturniveau durch Einsatz von Reglern über längere Zeiträume hinweg einstellen. Die Anschaffungskosten sind höher als bei einer passiven Kühlvorrichtung, lassen sich jedoch häufig aufgrund der gehobenen Anforderungen nicht vermeiden. Außerdem benötigen Geräte dieser Art zu ihrem Betreiben etwa 10 mal soviel elektrische Energie, wie Luft-Luft-Klimageräte, was sich in Betriebskosten niederschlägt, die ganz erheblich sein können.

Eine andere aktive Kühlseinrichtung wäre eine Luft-Wasser-Kühlseinrichtung. Bei einer Luft-Wasser-Kühlseinrichtung erfolgt die aktive Kühlung über einen Luft-Wasser-Wärmetauscher. Auch mit einem derartigen Kühlsystem können höhere Kühlleistungen als mit einem Luft-Luft-Kühlsystem erreicht werden.

Ein Beispiel für eine passive Kühlvorrichtung ist in DE 196 41 552 C1 oder DE 195 31 310 beschrieben. Die DE 195 31 310 beschreibt einen Schalschrank, der ausschließlich einen Luft-Luft-Wärmetauscher umfaßt.

Aus der DE-U-91 10 572.2, der DE 44 13 128 sowie der DE 196 41 552 sind Anordnungen bekannt geworden, die ausschließlich aktive Kühlsysteme, nämlich Kompressor-Kühlsysteme, zeigen.

5 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Kühlvorrichtung anzugeben, die zum Kühlen eines Schalt- oder Steuerschranks geeignet ist, die hohen Anforderungen entspricht, insbesondere bei wechselnden Umgebungstemperaturen, die aber verhältnismäßig niedrige Betriebskosten hat.

10 Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst.

Fortbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Der Erfinder hat demgemäß in geschickter Weise die Vorteile der beiden Systeme miteinander kombiniert. Dabei wird der passive Teil des Systems mit seinen Kostenvorteilen ohne Unterbrechung oder fast ohne Unterbrechung benutzt, während der aktive Teil des Systems bei Bedarf zugeschaltet wird. Der Vorteil liegt unter anderem in der Ausnutzung des in jedem Falle notwendigen Wärmetauschers durch die beiden Teile des Gesamtsystems, aber auch durch die geschickte räumliche Zuordnung der einzelnen Aggregate der beiden Teile des Gesamtsystems.

Durch die geschickte Anordnung gemäß der Erfindung können zwei völlig unterschiedliche Kühlseinrichtungen, nämlich eine Luft-Luft-Kühlseinrichtung sowie ein aktives Kühlsystem miteinander kombiniert werden.

Erfindungsgemäß wird dabei das aktive Kühlsystem dem passiven Kühlsystem in Strömungsrichtung der aus dem Schalschränkinneren angesaugten Luft nachgeordnet.

In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung einer derartigen Anordnung kann beispielsweise mit Hilfe eines Meßföhlers die Umgebungstemperatur oder die Schalschränktemperatur oder die Differenztemperatur zwischen

35 Umgebungs- und Schalschränktemperatur gemessen werden und wenn die Kühlleistung des Luft-Luft-Wärmetauschers nicht mehr ausreicht, um eine Solltemperatur des Schalschränkes zu gewährleisten, der Kältemittelkreislauf bzw. aktive Kreislauf aktiviert werden. Hierdurch wird einerseits eine ausreichende Schalschränkkühlung gewährleistet, andererseits wird die Energieaufnahme des Kühlgerätes minimiert, da der aktive Kreislauf bzw. Kältemittelkreislauf nicht ständig mitläuft, sondern lediglich dann, wenn die Leistung des Luft-Luft-Wärmetauschers nicht mehr ausreicht.

40 45 Durch diese geschickte Kombination zweier Kühlgeräte zu einem Kombinationskühlgerät wird eine stets ausreichende Kühlleistung bei minimalem Energieeinsatz zur Verfügung gestellt. Die Energieersparnis gegenüber aus dem Stand der Technik bekannten Kältemittel-Kühlgeräten kann je nach Einsatzbedingungen mehr als 50% betragen.

50 Darüberhinaus wird in jenen Phasen, in welchen beide Systeme – passives und aktives System – arbeiten, die Arbeit des Verflüssigers des aktiven Systems bei relativ niedrigen Umgebungstemperaturen begünstigt durch den vorgesetzten Luft-Luft-Wärmetauscher, der ständig betrieben wird.

Die Erfindung ist anhand der Zeichnungen erläutert. Darin ist im einzelnen folgendes dargestellt:

55 Fig. 1 ist eine schematische Seitenansicht eines erfindungsgemäßen Kombigerätes.

Fig. 2 zeigt denselben Gegenstand, wie Fig. 1, in etwas verkleinertem Maßstab.

Fig. 3 ist eine Draufsicht auf das Kombigerät gemäß Fig. 2 von der Schalschränkseite her.

Fig. 4 ist eine Draufsicht auf das Gerät gemäß Fig. 2 von der Umgebungsseite her.

Fig. 5 ist eine weitere schematische Schnittansicht des Kombigerätes gemäß Fig. 2, wobei die Schalschränkseite

und die Umgebungsseite gegenüber der Darstellung gemäß Fig. 2 vertauscht sind.

Das Kombinationsgerät ist wie folgt aufgebaut:

Das Luft-Luft-Klimagerät LLK ist durch die Montage einer Verdampferwanne 1a im Gehäuse 1 hermetisch in zwei Kammern geteilt. Eine erste Kammer (Innenkreislauf Schrank) beinhaltet einen Innenlüfter 9, einen Luft-Luft-Wärmetauscher 10, zwei Temperaturfühler 14, 15, ein Expansionsventil 13 sowie die Verschraubung mit einem Kondenswasser-Ablaufschlauch 6.

Eine zweite Kammer (Außenkreislauf) beinhaltet einen Außenlüfter 8, einen Luft-Luft-Wärmetauscher 10, einen Verflüssiger 11, einen Verdichter 7, einen Kondensatablauf 6 und eine Regelplatine 16. Der Außenkreislauf wird durch folgende Anbauteile zur Umgebung begrenzt: einen seitlichen Deckel 1b, einen Deckel mit umlaufender Dichtung 2 und einer Haube 3 mit integrierten Luftleitgittern 4, 5.

Die Bauteile Verdichter, Pressostat, Verflüssiger, Sammler, Trockner, Expansionsventil, Verdampfer sind Komponenten des Kärtkreislautes des aktiven Kühlsystems, das vorliegend ein Luft-Kältemittel-System ist.

Der dem aktiven Kühlsystem in Stromungsrichtung vorgeordnete Luft-Luft-Wärmetauscher besteht aus einem Verbund mit Aluminium-Profilteilen.

Wie man insbesondere aus Fig. 1 erkennt, gibt es die folgenden Luftkreisläufe:

#### Innenkreislauf

Die warme Luft im Schrank wird mittels Innenlüfter 9 abgesaugt und durch den Luft-Luft-Wärmetauscher 10 und den Verdampfer 12 gedrückt. Sie verläßt das LLK durch den Ausblasschlitz wieder in den Schrank.

#### Außenkreislauf

Die kühlere Umgebungsluft wird mittels Außenlüfter 8 durch das Ansauggitter 4 (eventuell mit Filter) angesaugt und durch den Luft-Luft-Wärmetauscher 10 und den Verflüssiger 11 gedrückt. Sie verläßt das LLK durch das Ausblassgitter 5 und wird dadurch schräg nach unten abgelenkt.

Der passive Teil des Kombigerätes, somit das Luft-Luft-Klimagerät, arbeitet wie folgt: Durch Aneinanderreihen von Aluminium-Profilteilen ist ein Wärmetauscher-Paket 10 mit zwei voneinander luftdicht getrennten Kammern mit Aluminium-Lamellen gebildet.

Diese zwei getrennten Kammern werden einerseits mit Luft aus der Umgebung und andererseits mit Luft aus dem Schrank mit Hilfe von Lüftern durchströmt.

Durch den Temperaturunterschied der beiden Luftvolumenströme wird ein Wärmeaustausch bewirkt. Dies wird genutzt, um die Luft aus dem Schrank mit höherer Temperatur abzukühlen. Gleichzeitig wird die Umgebungsluft erwärmt und wieder an die Umgebung abgegeben.

Die Nutzkühlleistung dieser Art der Kühlung hängt sowohl von der Form und Anzahl der Lamellen und dem Luftvolumenstrom als auch von der bestehenden Temperaturdifferenz zwischen der Umgebungsluft und der Schrankluft ab.

In der Praxis bedeutet dies, bei der Annahme einer konstanten Verlustleistung durch elektrische Bauteile im Schrank, eine im Verhältnis zum Anstieg der Umgebungstemperaturen ansteigende Schranktemperatur. Dies ist bezüglich der Lebensdauer teurer Elektronik im Schaltschrank unerwünscht bzw. bei zu hoher Temperatur nicht tragbar. Zu diesem Zeitpunkt muß der aktive Teil des Kombigerätes zugeschaltet werden.

Der aktive Teil des Gerätes arbeitet in einem aktiven Luft-Kältemittel-System wie folgt:

Das Kältemittel R134a zirkuliert im luftdicht geschlossenen Kreislauf durch die o.a. Bauteile. Dabei durchläuft es verschiedene Aggregatzustände von flüssig über Gemisch flüssig-gasförmig und gasförmig, nimmt dabei Wärme auf und gibt sie wieder an definierter Stelle ab.

Im einzelnen:

Im Sammler/Trockner sammelt sich das Kältemittel im flüssigen Zustand und kann darin seine Volumenänderung ausgleichen. Das integrierte Trocknungssystem ist sehr wichtig, da sich im Kreislauf keine Feuchtigkeit absetzen darf, was zum einen leistungsmindernd und zum anderen zu Beeinträchtigungen der Funktion führen kann.

Der Druck und dadurch die spezifische Temperatur sind in diesem Teil der Anlage relativ hoch (10 bis 17 bar).

Das flüssige Kältemittel wird im Expansionsventil 13 gedrosselt und durch den Druckabfall auf ca. 4 bar (entspricht einer Temperatur von ca. 7 bis 10°C) in einen Mischzustand gasförmig-flüssig gebracht. Diese relativ niedrige Temperatur wird im Verdampfer 12 genutzt, um der Umgebung (bzw. dem Schaltschrank) Wärmeenergie zu entziehen. Das Expansionsventil 13 ist mit einem Temperatur-Fernfühler am Ausgang des Verdampfers verbunden und läßt nur soviel Kältemittel in den Verdampfer einspritzen, daß es zu 100% verdampft. Eine sogenannte Überhitzung von 2 bis 4° Kelvin ist zwar leistungsmindernd aber notwendig, um am Ausgang des Verdampfers 12 dampfförmiges Kältemittel zu garantieren. Der Druck in diesem Teil des Kreislaufes ist annähernd dem Druck hinter dem Expansionsventil 13.

Das gasförmige Kältemittel wird vom Verdichter 7 angesaugt und auf den sogenannten Verflüssigungsdruck von 10 bis 17 bar komprimiert. Dieses Heißgas wird im Verflüssiger 11 bei konstantem Druck und durch Wärmeabgabe an die Umgebung wieder in den flüssigen Zustand versetzt und gelangt dann wieder in den Trockner/Sammler. Damit ist der Kreislauf geschlossen.

Um den Wärmeaustausch am Verdampfer 12 bzw. Verflüssiger 11 zu unterstützen, werden Lüfter 8, 9 eingesetzt.

Dieser Kältemittelkreislauf kann durch den linksläufigen Carnot-Prozeß annähernd beschrieben werden.

Bei dem beschriebenen Kombigerät werden beide Arten der Wärmeübertragung zur Schaltschrankkühlung genutzt. Dabei übernehmen sowohl für die Luft-Luft- als auch für den Kältemittelbetrieb zwei Lüftern 8, 9 den Transport der Luft zum Wärmeaustausch.

Dabei ist das Wärmetauscherpaket 10 für die Luft-Luft-Übertragung konstruktiv so angeordnet, daß die beiden Luftkreisläufe immer zuerst diesen Wärmetauscher durchströmen.

Sind optimale Voraussetzungen (d. h. niedrige Umgebungstemperaturen) vorhanden, reicht die Nutzkühlleistung der Luft-Luft-Wärmeübertragung aus, die produzierte Wärme aus dem Schaltschrank abzuführen.

Steigende Umgebungstemperaturen vermindern die Leistung des Luft-Luft-Wärmetauschers und führen dazu, daß die Nutzkühlleistung allein durch diese Komponente nicht mehr ausreicht, eine konstante Temperatur im Schaltschrank zu gewährleisten. Dadurch wird der Kältemittelkreislauf aktiviert und erhöht die geforderte Nutzkühlleistung. Der Kältemittelkreis bleibt solange aktiv, bis eine bestimmte Solltemperatur im Schaltschrank wieder erreicht wird.

Sind die Umgebungstemperaturen so hoch, daß die Leistung der Luft-Luft-Wärmeübertragung gegen Null geht, übernimmt der Kältemittelkreislauf die gesamte geforderte Nutzkühlleistung.

Übersteigen die Umgebungstemperaturen die Solltemperatur im Schaltschrank, muß der Kältemittelkreislauf zusätzlich die entgegenwirkende "Negativleistung" des Luft-Luft-Wärmetauschers kompensieren. Diese Kompensation kann

bis zu 10% der Nominalleistung des Kühlgerätes erreichen.

Die Vorteile des erfundungsgemäßen Kombigerätes sind die folgenden:

Durch den Luft-Luft-Wärmetauscher 10 ist immer gewährleistet, daß sich die Luft vor Eintritt in den Verflüssiger 11 erwärmt und dadurch diesem Phänomen entgegenwirkt. - D.h. durch diese Kombination ist das Kombigerät bei niederen Umgebungstemperaturen herkömmlichen Kältemittel-Kühlgeräten immer überlegen. Die Luft, die den Verflüssiger 11 anströmt, wird durch das Luft-Luft-Wärmetauscherpaket 10 angewärmt. Dies hat zur Folge, daß der minimale Kondensationsdruck in diesem Bereich immer höher liegt, als bei herkömmlichen Kältemittel-Kühlgeräten. Die Nutzkühlleistung im oberen Temperaturbereich der Umgebungsluft nimmt zwar vergleichsweise ab, der Betrieb bei höheren Umgebungstemperaturen ist aber gewährleistet.

Durch die Anwendung des Kombigerätes läßt sich gegenüber einem vergleichbaren, konventionellen Kältemittel-Kühlgerät eine Energieeinsparung von über 50% erzielen, wenn sich der Schalschrank in einer Halle befindet. Befindet er sich im Freien, z. B. Mobilfunkstationen oder Relaisstationen, so sind sogar Energieeinsparungen von bis zu 90% erreichbar. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß die Aggregate, die Bestandteile des aktiven Teiles des Kombigerätes sind, eine höhere Lebensdauer haben, da sie nur etwa während eines Zehntels der Laufzeit eines herkömmlichen Gerätes betrieben werden müssen.

#### Einsatz bei niedrigen Umgebungstemperaturen

Beim Einsatz von Kompressor-Kühlgeräten ist darauf zu achten, daß die Umgebungstemperatur nicht zu niedrig ist, da sonst der Kältekreislauf (thermodynamischer Prozeß) zusammenbricht. Der Verflüssiger von Kälteanlagen wird konstruktiv bedingt immer der Umgebungstemperatur ausgesetzt. Fällt die Umgebungstemperatur unter 0°C, erhöht sich die Leistung des Verflüssigers, was dazu führt, daß sich der größte Teil des Kältemittels im Verflüssiger sammelt und dadurch dem Kühlkreislauf entzogen wird.

Um bei niedrigen Umgebungstemperaturen  $<0^\circ\text{C}$  eine Nutzkühlleistung zu gewinnen, muß die Verflüssigertemperatur durch spezielle Technik auf einer bestimmten Mindesttemperatur gehalten werden, gleichzeitig ist aber darauf zu achten, daß eine Vereisung der Lamellen bei Verdampftemperaturen von kleiner  $-3^\circ\text{C}$  die Leistung erheblich mindert.

Diese Tatsachen begrenzen den Einsatz von herkömmlichen Kältemittel-Kühlgeräten im Bereich niederer Umgebungstemperaturen.

Das Luft-Luft-Kompressor-Kühlgerät hat dabei einen erheblichen Vorteil. Durch das Vorschalten des Luft-Luft-Wärmetauschers wird die Umgebungsluft erwärmt (bei maximaler Leistung ca.  $10^\circ\text{K}$ ) und erst dann dem Verflüssiger zugeführt. Dadurch kann dieses Gerät vergleichbar mit herkömmlichen Geräten bei Umgebungstemperaturen, die um diese Temperaturdifferenz (ca.  $10^\circ\text{K}$ ) niedriger sind, eingesetzt werden.

#### Einsatz bei hohen Umgebungstemperaturen

Beim Einsatz von hohen Umgebungstemperaturen ist der Einsatzbereich durch den maximal zulässigen Kondensationsdruck von 17 bis 21 bar beschränkt, was beim Kältemittel R134a einer Temperatur von 65 bis  $70^\circ\text{C}$  entspricht.

Dadurch ist bei herkömmlichen Kältemittel-Kühlgeräten eine maximale Einsatztemperatur von ca.  $55^\circ\text{C}$  vorgegeben.

Beim erfundungsgemäßen Kombigerät wird durch den vorgeschalteten Luft-Luft-Wärmetauscher die Luft vor dem

Eintritt in den Kondensator um ca.  $5^\circ\text{K}$  gekühlt, was theoretisch den Einsatzbereich ebenfalls um  $5^\circ\text{K}$  erhöht.

#### Notlaufeigenschaften

5

Ein nicht zu unterschätzender Vorteil der konstruktiven Lösung beim erfundungsgemäßen Kombi-Klimagerät ist die Tatsache, daß bei Außenaufstellungen (z. B. Mobilfunkstationen) eine Notlauf-Nutzkühlleistung beim Ausfall des Verdichters durch den Luft-Luft-Wärmetauscher gegeben ist.

Des weiteren können die zur "Notkühlung" relevanten Lüfter so ausgelegt werden, daß sie mit einer Gleichspannung von 24V betrieben werden. Dadurch kann die Spannung bei Ausfall des Netzes durch einfache Batterien zur Verfügung stehen.

Bei herkömmlichen Kältemittel-Kühlgeräten ist es gar nicht oder allenfalls kurzzitig möglich, den Verdichter für den Notlauf mit der erforderlichen Energie bei Netzausfall zu versorgen.

#### Regelverhalten und Steuerung

Der Hauptbestandteil der Regelung und Steuerung ist die Regelplatine 16 mit den zwei Temperaturfühlern 14, 15.

Der Innenlüfter ist nach der Verbindung des LLK mit der Netzspannung immer in Betrieb.

Der Temperaturfänger 14 führt die Temperatur nach dem Ansaugen aus dem Schrank. Erreicht die Temperatur am

30 Fühler 14 die Solltemperaturinstellung (z. B.  $35^\circ\text{C}$ ), so wird der Außenlüfter 8 eingeschaltet. Falls die Umgebungstemperatur kleiner als die Solltemperaturinstellung ist, wird dadurch die Luft des Innenkreislaufes durch den Luft-Luft-Wärmetauscher 10 abgekühlt und verläßt das LLK in den Schrank. Die Luft im Außenkreislauf wird erwärmt und an die Umgebung abgegeben. Ist durch den Betrieb die Nutzkühlleistung größer als die Verlustleistung im Schrank, kühlt sich die Luft im Schrank ab und der Fühler 14 gibt der Regelplatine 16 das Signal zum Ausschalten des Außenlüfters 8. Ist die erforderliche Nutzkühlleistung größer als durch den Luft-Luft-Wärmetauscher 10 bereitgestellt werden kann, erwärmt sich die Luft im Schrank, übersteigt die Solltemperaturinstellung und veranlaßt beim Erreichen der Solltemperatur  $+5^\circ\text{K}$  am Fühler 15 am Ausgang des Luft-Luft-Wärmetauschers 10 die Regelplatine 16, den Verdichter 7 einzuschalten. Durch den Betrieb des Verdichters 7 wird der Kältekreislauf gestartet und erhöht zusätzlich die zur Verfügung stehende Nutzkühlleistung. Der Kältekreislauf wird solange aufrechterhalten, bis der Fühler 15 ein  $\Delta T$

45 von Solltemperatur  $-5^\circ\text{K}$  erreicht hat. Um ein unzulässig häufiges Taktieren des Verdichters 7 zu vermeiden, ist die Regelplatine 16 mit einer Anlaufverzögerung zur Steuerung des Verdichters 7 ausgestattet.

Des weiteren ist das Gerät mit einer Leistungsregelung 55 durch Heißgasbeimischung in den Verdampfer ausgestattet (nicht dargestellt).

Selbstverständlich kann anstelle des beschriebenen aktiven Luft-Klima-Kühlgerätes, ohne daß von der Erfindung abgewichen wird, ein aktives Luft-Wasser-Klimagerät eingesetzt werden.

Die Vorteile des erfundungsgemäßen Kombigerätes lassen sich wie folgt zusammenfassen:  
Vielseitiger und umfassend er Einsatzbereich;  
konstante Nutzkühlleistung durch logische Verknüpfung der einzelnen Komponenten zur Wärmeübertragung und durch Leistungsregelung über Heißgas-Bypassbeimischung;  
Notlaufeigenschaften durch Luft-Luft-Wärmetauscher;  
beträchtliche Energieeinsparung;

geringe Geräuschemission bei Solobetrieb des Luft-Luft-Wärmetauschers.

## Patentansprüche

5

1. Vorrichtung zum Kühlen eines Schalt- oder Steuerschrances;
  - 1.1 mit einem ersten passiven Kühlsystem, umfassend wenigstens einen Lüfter, eine Öffnung zum Ansaugen eines Luftstromes aus dem Schrankinneren sowie einen Wärmetauscher, ergebend ein Luft-Luft-Kühlsystem;
  - 1.2 mit einem zweiten aktiven Kühlsystem, dadurch gekennzeichnet, daß das aktive Kühlsystem dem passiven Kühlsystem in Strömungsrichtung der aus dem Schalschrankinneren angesaugten Luft nachgeordnet ist.
2. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite aktive Kühlsystem eines der nachfolgenden Kühlsysteme ist:
  - ein Luft-Wasser-Kühlsystem oder
  - ein Luft-Klima-Kühlsystem.
3. Vorrichtung gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Luft-Klima-Kühlsystem einen Verdichter, einen Verflüssiger, einen Sammler/Trockner, ein Expansionsventil mit einem Verdampfer umfaßt.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1–3, dadurch gekennzeichnet, daß Temperatursensoren vorgesehen sind.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1–4, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Kammern vorgesehen sind, die aneinander grenzen, wobei die erste Kammer einen Lüfter zum Ansaugen von Luft aus dem Schrankinneren sowie ein Teil des Wärmetauschers des Luft-Luft- und des aktiven Kühlsystems und die zweite Kammer einen Lüfter zum Ansaugen von Umgebungs- luft sowie einen Teil des Wärmetauschers des Luft-Luft- und des aktiven Kühlsystems umfaßt.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:
  - 6.1 die erste Kammer enthält bei einem Luft-Klima-Kühlsystem den Verdampfer des Luft-Klima-Kühlsystems;
  - 6.2 die zweite Kammer enthält bei einem Luft-Klima-Kühlsystem den Verflüssiger sowie den Verdichter des Luft-Klima-Kühlsystems.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Kammer baulich an den Schrank angeschlossen ist, während die zweite Kammer der freien Umgebung zugewandt ist.
8. Verfahren zum Kühlen eines Schalt- oder Steuerschrances, mit einer Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:
  - 8.1 das passive Kühlsystem wird ständig betrieben;
  - 8.2 bei Überschreiten einer vorbestimmten Umgebungstemperatur und/oder Temperatur des Schrankes wird das dem in Strömungsrichtung der aus dem Schrankinneren angesaugten Luft nachgeschaltete aktive Kühlsystem zur Erhöhung der Kühlleistung zugeschaltet.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

65

**- Leerseite -**

Fig.1

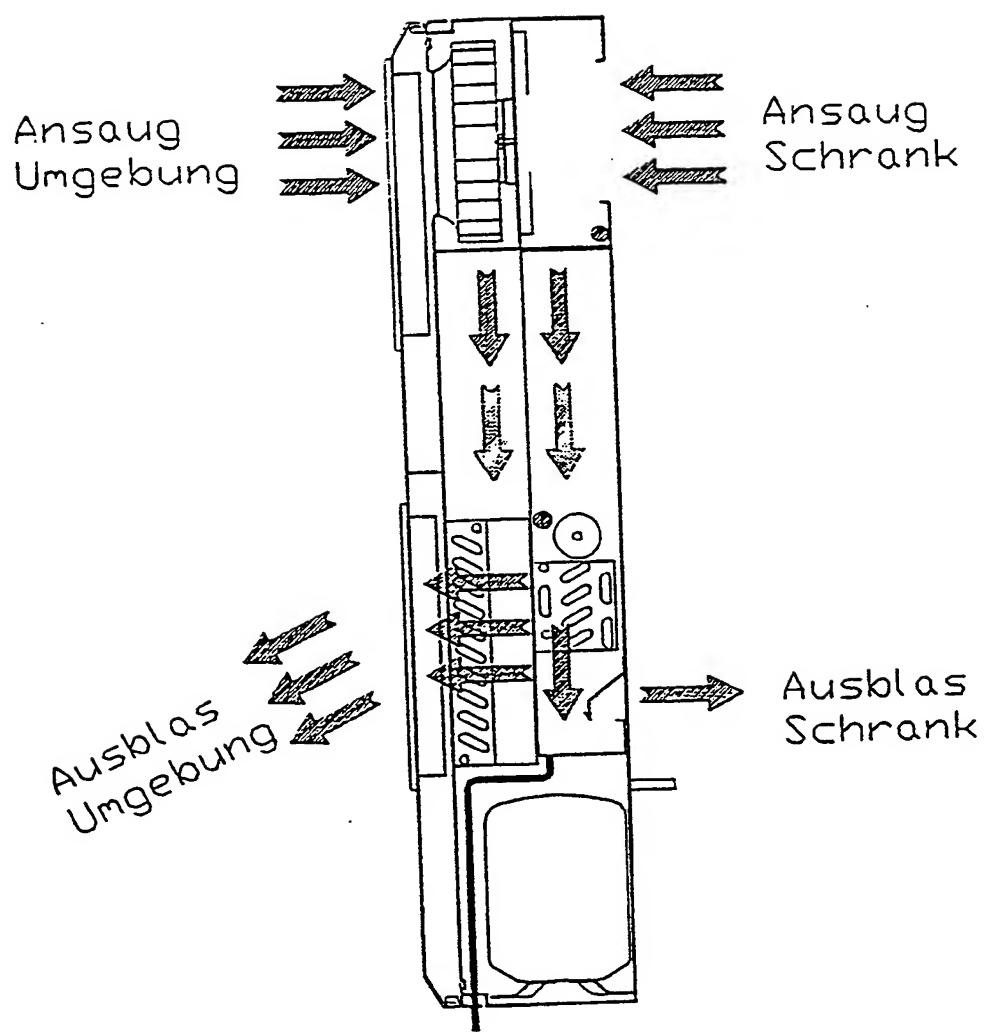


Fig.5

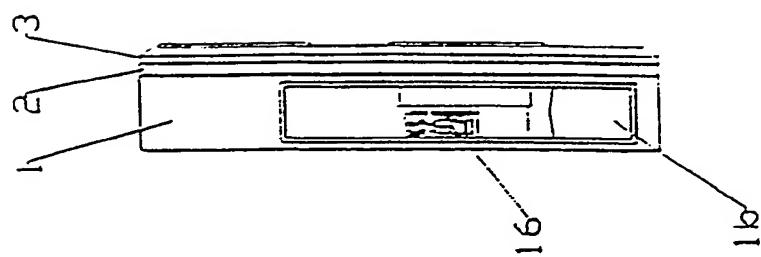


Fig.4

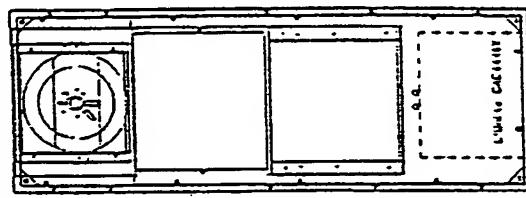


Fig.2

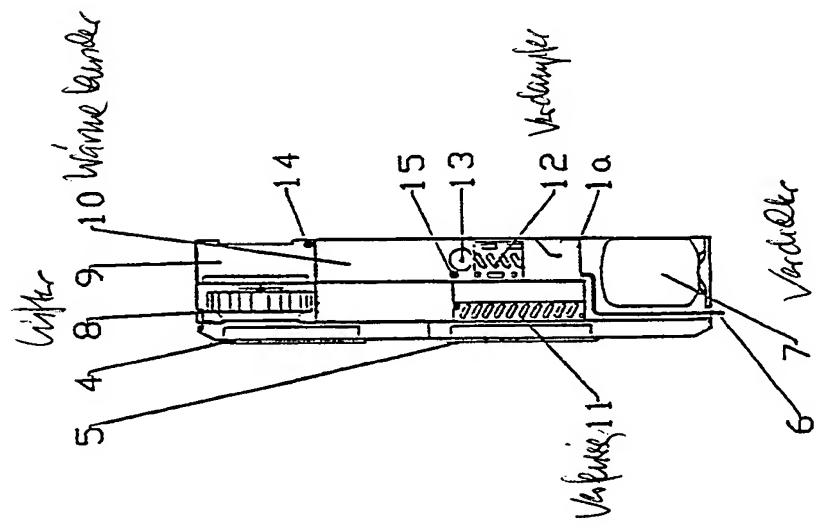


Fig.3

